薇甘菊提取物对红脉穗螟的产卵忌避及杀卵作用

钟宝珠[1], 吕朝军[1,*], 钱　军[2], 覃伟权[1,*], 苟志辉[2]

(1. 中国热带农业科学院椰子研究所, 海南文昌 571339; 2. 海南省林业科学研究所, 海口 571100)

摘要:【目的】探讨入侵杂草薇甘菊 *Mikania micrantha* 对棕榈害虫红脉穗螟 *Tirathaba rufivena* 的产卵忌避活性。【方法】采用室内生物测定法,研究薇甘菊不同溶剂提取物对红脉穗螟的产卵忌避作用和杀卵活性。【结果】产卵忌避试验结果表明,薇甘菊各提取物中,以正己烷和三氯甲烷提取物对红脉穗螟的产卵忌避效果最好,两者的选择性忌避率分别为 43.64% 和 44.20%,非选择性忌避率分别为 51.60% 和 59.20%。对卵孵化率的影响显示,各溶剂提取物均对红脉穗螟具有一定的杀卵活性,其中三氯甲烷提取物对卵孵化率的影响最大,校正孵化率最低,仅为 53.39%,而且三氯甲烷提取物引起的 1 龄幼虫的死亡率最高,可达 42.64%。在薇甘菊三氯甲烷提取物的不同溶剂萃取物中,正丁醇萃取物对红脉穗螟的产卵忌避和杀卵活性均显著高于其他溶剂萃取物。【结论】薇甘菊提取物具有一定的产卵忌避和杀卵活性,具有用于红脉穗螟的生态防控的潜力。

关键词: 红脉穗螟; 薇甘菊; 提取物; 产卵忌避; 杀卵活性; 忌避率; 卵孵化率

中图分类号: Q965.9　　**文献标识码:** A　　**文章编号:** 0454-6296(2014)09-1112-05

Oviposition deterrence and ovicidal activity of *Mikania micrantha* extracts on *Tirathaba rufivena* (Lepidoptera: Pyralidae)

ZHONG Bao-Zhu[1], LÜ Chao-Jun[1,*], QIAN Jun[2], QIN Wei-Quan[1,*], GOU Zhi-Hui[2] (1. Coconut Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Wenchang, Hainan 571339, China; 2. Forestry Research Institute of Hainan Province, Haikou 571100, China)

Abstract:【Aim】This study aims to explore the repellent effect of *Mikania micrantha* on the palm pest *Tirathaba rufivena*.【Methods】The oviposition deterrence and ovicidal activity of *M. micrantha* extracts with different solvents against *T. rufivena* were studied with bioassay methods in the laboratory.【Results】Among different solvent extracts, the *M. micrantha* extracts from hexane and chloroform had the highest oviposition deterrent activities against *T. rufivena*, with the deterrent rates of 43.64% and 44.20% in choice test, and 51.60% and 59.20% in non-choice test, respectively. All extracts showed ovicidal activities against *T. rufivena*, while the chloroform extract showed the strongest impact on hatchability with the lowest corrected egg hatching rate (53.39%) and caused the highest corrected mortality (42.64%) to the 1st instar larvae. Among the different solvent extracts of *M. micrantha* by chloroform extraction, the butanol extract showed the highest oviposition deterrent and ovicidal activity against *T. rufivena*.【Conclusion】*M. micrantha* extracts show a great application potential in ecological control of *T. rufivena* based on the oviposition deterrence and ovicidal activity.

Key words: *Tirathaba rufivena*; *Mikania micrantha*; extracts; oviposition deterrence; ovicidal activity; deterrent rate; egg hatching rate

薇甘菊 *Mikania micrantha* Kunth 属菊科假泽兰属,是一种多年生攀援草本植物,其原产中美洲和南美洲,现广泛分布于东南亚以及太平洋地区,是全球 100 种最具破坏力的物种之一(Bogidarmanti, 1989; Ipor and Tawan, 1995)。在中国,薇甘菊标本最早在 1884 年于香港动植物园被采集(孔国辉等,2000;周先叶等,2003),现该植物已遍布海南、香港、台湾、云南、广西和广东等地,成为我国重要的外来入侵恶性杂草(Zhang *et al.*, 2004)。国内每年花费大量的经费用于其防控,如能将其用于其他有害生物的防治,可为薇甘菊的利用找到一条新的出路。据报道,薇甘菊体内含有大量的次生化合物(邵华等,

基金项目: 海南省重点科技计划项目(ZDXM20120029); 海南省重大科技项目(ZDZX2013008-2)

作者简介: 钟宝珠, 女, 1981 年 2 月生, 河北唐山人, 硕士, 助理研究员, 研究方向为热带害虫无公害防治, E-mail: baozhuz@163.com

* 通讯作者 Corresponding authors, E-mail: lcj5783@126.com; qwq268@sohu.com

收稿日期 Received: 2014-06-13; 接受日期 Accepted: 2014-08-19

2003)，有的已被证实具有一定的杀虫抑菌活性(梁斌等，2006；吕朝军等，2010；钟宝珠等，2012)。

红脉穗螟 *Tirathaba rufivena* (Walker)，又称“蛀果虫”、“钻心虫”，属鳞翅目螟蛾科，是我国棕榈科植物的重要害虫，尤其以槟榔 *Areca catechu* 受害最为严重。该虫主要以幼虫蛀食槟榔的花穗、果实及嫩叶，其中花穗受害最重，常导致花穗枯死，严重时果实脱落、严重影响产量(周亚奎等，2012)。由于红脉穗螟属于钻蛀类害虫，危害场所隐蔽，造成防治困难，采用常规的化学药剂很难起到较好的防治效果，而成虫在完成羽化、补充营养、觅偶、交配和产卵的过程中有着许多影响因素和薄弱环节，对于这些影响因素或薄弱环节的合理利用就有可能使其丧失繁殖后代的能力，因此研究一种可减少成虫产卵或具有杀卵作用的忌避剂或杀卵剂可能是防治红脉穗螟的较为有效的手段。基于薇甘菊体内含有的大量次生物质及其化感作用，本研究拟从薇甘菊茎叶中提取活性物质，开展其对红脉穗螟的产卵忌避作用及杀卵活性研究，以期为红脉穗螟的无公害防治和薇甘菊的综合利用提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　供试植物

薇甘菊采自海南省文昌市中国热带农业科学院椰子研究所试验基地。将植物地上部分(茎叶)用清水冲洗干净，自然风干后置于45℃烘箱中烘至恒重，粉碎机粉碎并过 40 目筛后放入密封袋保存备用。

槟榔心叶采集于中国热带农业科学院椰子研究所试验基地中槟榔种质资源圃内。

1.2　供试虫源

红脉穗螟采集于上述槟榔种质资源圃，采集幼虫于室内饲喂槟榔心叶至羽化后供试。

1.3　植物次生物质的提取与萃取方法

1.3.1　植物粗提物的制备：采用索氏提取法(孔垂华和徐效华，2003)。称取薇甘菊干粉 30 g，用滤纸包好放入索氏提取器中，加入甲醇(分析纯)180 mL 进行索氏提取 24 h。所得提取液经减压抽滤后置于旋转蒸发仪(R-210)42℃ 247 mPa 条件下减压浓缩至恒重，得到膏状的薇甘菊甲醇提取物，置于 4℃冰箱内保存备用。薇甘菊的乙醇、三氯甲烷、蒸馏水、乙酸乙酯、丙酮、正己烷和石油醚提取物的提取方法同甲醇。

1.3.2　粗提物的分离萃取：将硅藻土经甲醇浸泡 2 h 除去杂质，置于 60 ~ 70℃ 水浴条件下去除溶剂。取供试提取物 100 g 与甲醇按照质量比 1∶1 溶解后，按 1∶4 的比例将以上各提取物的膏状物完全吸附于硅藻土上，并在 60 ~ 70℃ 水浴条件下去除溶剂。然后采用传统溶剂分离法，依次用正己烷、乙醚、乙酸乙酯、正丁醇、丙酮、甲醇进行萃取，所得萃取液经浓缩得到各溶剂萃取物。

1.4　提取物或萃取物对红脉穗螟的产卵忌避作用

参考杨长龙等(2007)的方法。

非选择性忌避试验：将薇甘菊各提取物(甲醇、乙醇、三氯甲烷、蒸馏水、乙酸乙酯、丙酮、正己烷和石油醚提取物)或萃取物(正己烷、乙醚、乙酸乙酯、正丁醇、丙酮、甲醇萃取物)用丙酮分别稀释成每 100 mL 含干物质 1 g 的溶液(即各提取物或萃取物的供试浓度为 0.01 g DW/mL)，加 2 滴吐温-80 作为乳化剂，将洗净晾干的槟榔心叶(18 cm × 2.5 cm)分别在提取物的溶液中浸泡 5 s 后取出，晾干，置于养虫盒(20 cm × 15 cm × 15 cm)中。养虫盒内放置处理好的槟榔心叶 20 片，盒内放置 5% 蜂蜜水棉球作为补充营养。每盒接入新羽化未交配的红脉穗螟成虫 5 对，逐日统计产卵量至雌虫全部死亡。以浸泡 1% 丙酮(不含提取物或萃取物)处理的槟榔心叶为对照。每处理重复 3 次。

选择性忌避试验：叶片处理方法同上，将对照组(1% 丙酮)和处理组(各提取物或萃取物的丙酮稀释液)叶片同时放入养虫盒(30 cm × 20 cm × 18 cm)中，其中对照和处理各放置 20 片心叶，分组放置，盒内悬挂 5% 蜂蜜水作为补充营养。每盒接入新羽化未交配的红脉穗螟成虫 10 对，逐日统计产卵量至雌虫全部死亡。每处理重复 3 次。

提取物对红脉穗螟成虫产卵的影响，采用产卵忌避率和简化后的干扰作用指数(I_{IPC})作为评价指标(庞雄飞等，2000)，具体计算方法如下：

非选择性忌避率(%) = (对照组落卵量 − 处理组落卵量)/对照组落卵量 × 100；

选择性忌避率(%) = (对照组落卵量 − 处理组落卵量)/(对照组落卵量 + 处理组落卵量) × 100；

$I_{IPC} = N_{OTr}/N_{OCK}$，其中 N_{OTr} 和 N_{OCK} 分别为处理及对照落卵量，$I_{IPC} < 1$ 时，表明该物质对成虫产卵有一定的驱避作用，I_{IPC} 越小则表明相应的驱避作用越大。

1.5　提取物或萃取物对卵的孵化和 1 龄幼虫的影响

参考施英利和施祖华(2004)的方法，稍加改

动。将新羽化的红脉穗螟成虫置于养虫盒内任其自由交配产卵，收集新产 1 - 2 d 的卵，并用 0.5% 聚乙烯醇将卵粘到准备好的槟榔心叶上，每个叶片粘 50 粒，待聚乙烯醇干燥后分别在供试的提取物（甲醇提取物、乙醇提取物、三氯甲烷提取物、蒸馏水提取物、乙酸乙酯提取物、丙酮提取物、正己烷提取物和石油醚提取物）或萃取物（正己烷萃取物、乙醚萃取物、乙酸乙酯萃取物、正丁醇萃取物、丙酮萃取物和甲醇萃取物）的丙酮稀释液（浓度为 0.01 g DW/mL）中浸渍 10 s，对照组浸渍丙酮溶液 10 s，取出后用吸水纸将粘附在心叶和卵上的溶液吸干，置于培养箱中（温度 27 ±1℃，RH 75% ~95%，光周期 16L∶8D）培养。待卵将要孵化时加入新鲜槟榔心叶供孵化的幼虫取食。每隔 12 h 记录卵孵化数用于统计卵孵化率，同时每天记录成功蜕皮至 2 龄的幼虫数，并将其移出，统计 1 龄幼虫的死亡率。每处理重复 3 次。

1.6 数据分析方法

数据均采用各重复的平均值进行分析，并以平均值 ± 标准误（mean ± *SE*）表示，采用 SAS V8.0 数据分析软件对处理结果进行方差分析，采用邓肯氏新复极差法（Duncan's multiple range test, DMRT）进行差异显著性比较。

2 结果与分析

2.1 薇甘菊不同溶剂提取物对红脉穗螟产卵忌避作用

薇甘菊不同溶剂提取物对红脉穗螟的产卵忌避作用如表 1 所示。薇甘菊 8 种提取物对红脉穗螟的产卵忌避作用中，以正己烷和三氯甲烷提取物的活性最高，且两者之间无显著差异。在供试浓度为 0.01 g DW/mL 时，正己烷和三氯甲烷提取物对红脉穗螟的选择性忌避率分别为 43.64% 和 44.20%，干扰作用指数均为 0.39；两者对红脉穗螟的非选择性忌避率分别为 51.60% 和 59.20%，干扰作用指数分别为 0.48 和 0.41。

表 1 薇甘菊不同溶剂提取物对红脉穗螟的产卵忌避作用

Table 1 Repellent effect of different solvent extracts of *Mikania micrantha* on *Tirathaba rufivena*

溶剂 Solvent	选择性忌避 Choice test		非选择性忌避 Non-choice test	
	忌避率（%） Deterrent rate	干扰作用指数 I_{IPC}	忌避率（%） Deterrent rate	干扰作用指数 I_{IPC}
甲醇 Methanol	30.87 ±3.07 b	0.53 ±0.04 c	44.00 ±2.16 b	0.56 ±0.02 c
乙醇 Ethanol	24.31 ±0.41 bc	0.61 ±0.01 c	46.00 ±2.77 b	0.54 ±0.03 c
三氯甲烷 Chloroform	44.20 ±2.04 a	0.39 ±0.02 d	59.20 ±3.23 a	0.41 ±0.03 d
蒸馏水 Distilled water	10.78 ±1.95 d	0.81 ±0.03 a	19.60 ±3.70 e	0.80 ±0.04 a
乙酸乙酯 Ethyl acetate	17.91 ±1.25 c	0.70 ±0.02 b	32.00 ±2.46 cd	0.68 ±0.02 bc
丙酮 Acetone	11.77 ±4.02 d	0.80 ±0.06 a	22.80 ±4.31 d	0.77 ±0.04 ab
正己烷 Hexane	43.64 ±1.22 a	0.39 ±0.01 d	51.60 ±1.54 ab	0.48 ±0.02 cd
石油醚 Petroleum ether	28.48 ±0.70 b	0.56 ±0.01 c	37.20 ±2.16 c	0.63 ±0.02 c

同列数据后字母不同表示在 0.05 水平上差异显著（DMRT 法）；下同。Data in the same column followed by different letters are significantly different at the 0.05 level by Duncan's multiple range test. The same below.

2.2 薇甘菊不同溶剂提取物对红脉穗螟的杀卵活性及对 1 龄幼虫的影响

采用薇甘菊不同极性溶剂提取物以 0.01 g DW/mL 的浓度处理红脉穗螟卵后，均可导致卵的孵化率降低和 1 龄幼虫死亡（表 2）。对卵孵化的影响中，除蒸馏水提取物外，其余溶剂提取物处理后卵的校正孵化率均降低到 80% 以下，其中以三氯甲烷提取物处理后的卵校正孵化率最低，仅为 53.39%，其次为正己烷提取物处理组，孵化率为 61.49%。

经各提取物处理后均会造成 1 龄幼虫的部分个体死亡，其中三氯甲烷提取物对红脉穗螟 1 龄幼虫的影响最大，校正死亡率可达到 42.64%。

表 2 薇甘菊不同溶剂提取物处理对红脉穗螟卵孵化率及 1 龄幼虫死亡率的影响

Table 2 Effects of different solvent extracts of *Mikania micrantha* on egg hatchability and mortality of the 1st instar larvae of *Tirathaba rufivena*

提取物 Extracts	校正卵孵化率（%） Corrected egg hatching rate	1 龄幼虫校正死亡率（%） Corrected mortality of the 1st instar larvae
甲醇 Methanol	70.50 ±3.06 b	21.62 ±2.89 c
乙醇 Ethanol	72.86 ±4.66 b	25.94 ±4.01 bc
三氯甲烷 Chloroform	53.39 ±1.33 d	42.64 ±3.92 a
蒸馏水 Distilled water	82.85 ±4.77 a	11.77 ±2.12 d
乙酸乙酯 Ethyl acetate	74.53 ±5.79 ab	13.04 ±1.53 d
丙酮 Acetone	73.22 ±2.51 ab	11.97 ±1.85 d
正己烷 Hexane	61.49 ±0.95 c	31.94 ±3.00 b
石油醚 Petroleum ether	77.75 ±1.68 ab	18.55 ±1.54 c
1% 丙酮 1% Acetone (CK)	94.48 ±4.02	5.73 ±0.94

从不同溶剂提取物对红脉穗螟产卵忌避、卵孵化率及 1 龄幼虫死亡率影响中可以看出，用三氯甲烷作为提取溶剂进行薇甘菊活性物质提取，对以上 3 个指标的影响均高于其他溶剂。为进一步研究薇甘菊活性物质对红脉穗螟产卵产生影响的物质极性分布，试验继续对三氯甲烷提取物进行分级萃取，测试薇甘菊三氯甲烷提取物的不同极性溶剂萃取物对红脉穗螟的产卵忌避作用。

2.3　薇甘菊三氯甲烷提取物的不同萃取物对红脉穗螟产卵忌避作用

将薇甘菊三氯甲烷提取物采用不同溶剂进行萃取，取萃取物进行红脉穗螟产卵忌避试验，结果(表 3)表明，在供试浓度为 0.01 g DW/mL 时，6 种萃取物中以正丁醇萃取物对红脉穗螟的产卵忌避效果最佳，选择性和非选择性忌避率分别为 52.26% 和 63.68%，干扰作用指数 I_{IPC} 值分别为 0.31 和 0.36。

表 3　薇甘菊三氯甲烷提取物的不同溶剂萃取物对红脉穗螟产卵忌避作用

Table 3　Repellent effect of different solvent extracts of *Mikania micrantha* chloroform extract on *Tirathaba rufivena*

萃取物种类 Extracts of different solvents	选择性忌避 Choice test		非选择性忌避 Non-choice test	
	忌避率(%) Deterrent rate	干扰作用指数 I_{IPC}	忌避率(%) Deterrent rate	干扰作用指数 I_{IPC}
乙醚 Diethyl ether	31.15 ± 3.86 b	0.53 ± 0.05 b	29.60 ± 1.90 d	0.70 ± 0.02 ab
乙酸乙酯 Ethyl acetate	16.11 ± 2.46 c	0.73 ± 0.04 a	39.91 ± 2.76 c	0.60 ± 0.03 bc
丙酮 Acetone	36.14 ± 1.21 b	0.47 ± 0.01 b	48.88 ± 1.55 b	0.51 ± 0.02 cd
甲醇 Methanol	20.28 ± 1.17 c	0.66 ± 0.02 a	20.18 ± 3.80 d	0.80 ± 0.04 a
正丁醇 Butanol	52.26 ± 1.49 a	0.31 ± 0.01 c	63.68 ± 2.07 a	0.36 ± 0.02 e
正己烷 Hexane	38.19 ± 3.03 b	0.45 ± 0.03 b	51.12 ± 2.42 b	0.49 ± 0.02 d

2.4　薇甘菊三氯甲烷提取物的不同萃取物对红脉穗螟卵的孵化率及 1 龄幼虫死亡率的影响

薇甘菊三氯甲烷提取物的不同溶剂萃取物处理红脉穗螟卵后，对卵孵化率及 1 龄幼虫的死亡率影响见表 4。结果表明，经各溶剂萃取物 0.01 g DW/mL 浓度处理后，红脉穗螟的卵孵化率降低，同时部分孵化出的 1 龄幼虫出现无法脱皮的现象，其中以正丁醇萃取物的卵校正孵化率最低，仅为 66.67%。

同时正丁醇萃取物对 1 龄幼虫的影响亦为最显著，41.45% 的幼虫无法转龄最终导致死亡，其次为乙醚和正己烷的萃取物，校正死亡率分别为 20.81% 和 28.52%。

表 4　薇甘菊三氯甲烷提取物不同溶剂萃取物对红脉穗螟卵孵化率及 1 龄幼虫死亡率的影响

Table 4　Effects of different solvent extracts of *Mikania micrantha* chloroform extract on the egg hatching rate and mortality of the 1st instar larvae of *Tirathaba rufivena*

萃取物种类 Extracts of different solvents	校正卵孵化率(%) Corrected egg hatching rate	1 龄幼虫校正死亡率(%) Corrected mortality of the 1st instar larvae
乙醚 Diethyl ether	81.61 ± 2.94 bc	20.81 ± 2.28 bc
乙酸乙酯 Ethyl acetate	93.21 ± 1.93 a	11.97 ± 2.22 d
丙酮 Acetone	73.56 ± 2.94 cd	17.08 ± 1.10 c
甲醇 Methanol	85.28 ± 0.90 b	17.95 ± 2.67 c
正丁醇 Butanol	66.67 ± 2.22 d	41.45 ± 0.19 a
正己烷 Hexane	76.50 ± 3.77 c	28.52 ± 4.04 b
1%丙酮 1% Acetone (CK)	96.67 ± 1.92	5.75 ± 1.16

3　讨论

薇甘菊作为一种外来入侵杂草，由于其对生态环境的严重破坏性已逐渐引起人们的重视，但其体内含有的大量化感物质已被证实对多种农作物如薏苡 *Coix lacryma-jobi*(Li and Jin, 2010)、水稻 *Oryza sativa*(Kaur *et al*., 2012)、萝卜 *Raphanus sativus*(邵华等, 2003)等的种子发芽和幼苗生长起到很强的抑制作用。另外，对薇甘菊次生物质的杀虫杀菌活性研究也逐渐增多，其不仅对昆虫表现出触杀、拒食(张茂新等,2003;冯慧玲等,2004)、调节昆虫生长发育(吕朝军等,2010;钟宝珠等,2012)等活性，还对某些昆虫表现出较强的产卵驱避作用，如薇甘菊提取物对小菜蛾 *Plutella xylostella*(张茂新等,2003)、褐飞虱 *Nilaparvata lugens*(钟平生等,2010)和桔小实蝇 *Bactrocera dorsalis*(欧剑锋等,2005)均表现出较强的产卵驱避作用，且其驱避效果随着提取物使用剂量的提高而增强。本研究结果也表明，薇甘菊提取物对红脉穗螟具有一定的产卵忌避和杀卵活性，而且采用薇甘菊提取物处理红脉穗螟的卵后，不但可以使卵的孵化率降低，同时还能引起孵化后的幼虫死亡，该结果可为红脉穗螟的防治和薇甘菊的综合利用提供新的思路。

由于溶剂间的极性存在差异，因此采用不同溶剂提取所获得的提取物成份也会存在差异。从薇甘

菊茎叶中提取的8种提取物均对红脉穗螟成虫表现出产卵忌避作用,其中以三氯甲烷和正己烷提取物的忌避效果较好,杀卵作用和1龄幼虫死亡率较高。将薇甘菊三氯甲烷提取物进一步分级萃取后测试其活性发现,其正丁醇萃取物对红脉穗螟的产卵忌避效果最佳,卵孵化率最低,该试验结果表明薇甘菊体内对红脉穗螟成虫具有产卵忌避作用的化合物组分很可能集中在这一级萃取物中,正丁醇较为适合作为进一步分离纯化的溶剂使用。同时,本研究结果虽表明薇甘菊提取物对红脉穗螟具有一定的产卵忌避和杀卵活性,但基于该结果只是初步的活性测定,下一步继续对其中具有产卵忌避活性的化学成分进行分离提纯,进而合成新型的红脉穗螟忌避剂或杀卵剂将对控制该虫起到更加积极的作用。

参考文献(References)

Bogidarmanti R, 1989. Impact of *Mikania* spp. on forestry and agriculture land. *Bulletin Penelitian Hutan*, 511: 29 – 40.

Feng HL, Yang CJ, Zhang X, Ye WH, 2004. Preliminary studies on the bioactivity of crude extract from *Mikania micrantha* on insect and plant pathogen. *Acta Scientiatum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 43(4): 82 – 85.[冯惠玲, 杨长举, 张兴, 叶万辉, 2004. 薇甘菊对昆虫和病原菌生物活性的初步研究. 中山大学学报(自然科学版), 43(4): 82 – 85]

Ipor IB, Tawan CS, 1995. The effect of shade on leaf characteristics of *Mikania micrantha* (Compositae) and their influence on retention of imazapyr. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 18(3): 163 – 168.

Kaur R, Malhotra S, Inderjit, 2012. Effects of invasion of *Mikania micrantha* on germination of rice seedlings, plant richness, chemical properties and respiration of soil. *Biology and Fertility of Soils*, 48(4): 481 – 488.

Kong CH, Xu XH, 2003. Isolation and Structure Identification of Organic Compounds. Chemical Industry Press, Beijing. 36 – 39.[孔垂华,徐效华, 2003. 有机物的分离和结构鉴定. 北京: 化学工业出版社. 36 – 39]

Kong GH, Wu QG, Hu QM, Ye WH, 2000. Further supplementary data on *Mikania micrantha* H. B. K (Asteraceae). *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 8(2): 128 – 130.[孔国辉, 吴七根, 胡启明, 叶万辉, 2000. 薇甘菊(*Mikania micrantha* H. B. K.)的形态、分类与生态资料补记. 热带亚热带植物学报, 8(2): 128 – 130]

Li JM, Jin ZX, 2010. Potential allelopathic effects of *Mikania micrantha* on the seed germination and seedling growth of *Coix lacryma-jobi*. *Weed Biology and Management*, 10(3): 194 – 201.

Liang B, Yuan YL, Liu CX, 2006. Primary study of antimicrobial action of extracts from *Mikania micrantha*. *Journal of Nanhua University (Science and Technology)*, 20(2): 109 – 111.[梁斌, 袁亚莉, 刘传香, 2006. 薇甘菊提取物抑菌作用的初步研究. 南华大学学报(自然科学版), 20(2): 109 – 111]

Lü CJ, Zhong BZ, Sun XD, Qin WQ, Peng ZQ, 2010. Control potential of extracts of *Mikania micrantha* on *Brontispa longissima* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Acta Entomologica Sinica*, 53(3): 349 – 353.[吕朝军, 钟宝珠, 孙晓东, 覃伟权, 彭正强, 2010. 薇甘菊粗提物在椰心叶甲上的防控潜力. 昆虫学报, 53(3): 349 – 353]

Ou JF, Huang H, Xu JL, Han SC, Wu H, 2005. Repellency of *Mikania micrantha* against *Bactrocera dorsalis*. *Natural Enemies of Insects*, 27(4): 183 – 187.[欧剑峰, 黄鸿, 徐洁莲, 韩诗畴, 吴华, 2005. 薇甘菊对桔小实蝇的驱避试验初报. 昆虫天敌, 27(4): 183 – 187]

Pang XF, Zhang MX, Hou YM, Jiao Y, Cen YJ, 2000. Evaluation of plant protectants against pest insects. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 11(1): 108 – 110.[庞雄飞, 张茂新, 侯有明, 焦懿, 岑依静, 2000. 植物保护剂防治害虫效果的评价方法. 应用生态学报, 11(1): 108 – 110]

Shao H, Peng SL, Zhang C, Xiang YC, Nan P, 2003. Allelopathic potential of *Mikania micrantha*. *Chinese Journal of Ecology*, 22(5): 62 – 65.[邵华, 彭少麟, 张弛, 向言词, 南蓬, 2003. 薇甘菊的化感作用研究. 生态学杂志, 22(5): 62 – 65]

Shi YL, Shi ZH, 2004. Effects of orange peel extracts on inhibiting oviposition and ovicidal action against diamondback moth, *Plutella xylostella* L. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 16(2): 88 – 91.[施英利, 施祖华, 2004. 温州蜜桔桔皮提取物对小菜蛾成虫产卵忌避及杀卵作用. 浙江农业学报, 16(2): 88 – 91]

Yang CL, Jiang SH, Chen XQ, 2007. Ovipositional repellent effect of extracts from eight species of Rutaceae and Lauraceae plants on *Conopomorpha sinensis* Bradley. *Plant Protection*, 33(6): 57 – 59.[杨长龙, 江世宏, 陈晓琴, 2007. 芸香科及樟科8种植物提取物对荔枝蒂蛀虫的产卵驱避作用. 植物保护,33(6): 57 – 59]

Zhang LY, Ye WH, Cao HL, Feng HL, 2004. *Mikania micrantha* H. B. K. in China – an overview. *Weed Research*, 44(1): 42 – 49.

Zhang MX, Ling B, Kong CH, Pang XF, Liang GW, 2003. Chemical components of volatile oil from *Mikania micrantha* and its biological activity on insects. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 14(1): 93 – 96.[张茂新, 凌冰, 孔垂华, 庞雄飞, 梁广文, 2003. 薇甘菊挥发油的化学成分及其对昆虫的生物活性. 应用生态学报, 14(1): 93 – 96]

Zhong BZ, Lü CJ, Wang DM, Li H, Qin WQ, 2012. Effects of methanol extracts of *Mikania micrantha* on the growth and development of the rhinoceros beetle, *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Dynastidae). *Acta Entomologica Sinica*, 55(9): 1062 – 1068.[钟宝珠, 吕朝军, 王东明, 李洪, 覃伟权, 2012. 薇甘菊甲醇提取物对二疣犀甲生长发育的影响. 昆虫学报, 55(9): 1062 – 1068]

Zhong PS, Liang GW, Zeng L, 2010. Ovipositional deterrent activity of ethanol extracts of the non-preferable plants to the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. *Plant Protection*, 36(4): 85 – 89.[钟平生,梁广文, 曾玲, 2010. 非嗜食植物乙醇提取物对褐飞虱产卵的驱避作用. 植物保护, 36(4): 85 – 89]

Zhou XY, Zan QJ, Wang YJ, Li MG, Liao WB, Wang BS, 2003. The transmission and damaging effect of *Mikania micrantha* in Guangdong province of China. *Ecologic Science*, 22(4): 332 – 336.[周先叶, 昝启杰, 王勇军, 李鸣光, 廖文波, 王伯荪, 2003. 薇甘菊在广东的传播及危害状况调查. 生态科学, 22(4): 332 – 336]

Zhou YK, Gan BC, Yang XQ, Huang LM, Liu LF, He MJ, 2012. Occurrence and damage of *Tirathaba rufivena* Walker in Hainan. *Forest Pest and Disease*, 31(1): 20 – 21.[周亚奎, 甘炳春, 杨新全, 黄良明, 刘丽风, 何明军, 2012. 海南省槟榔红脉穗螟危害情况调查. 中国森林病虫, 31(1): 20 – 21]

(责任编辑: 赵利辉)